

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10304641  
PUBLICATION DATE : 13-11-98

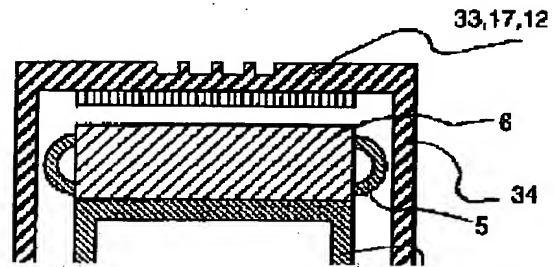
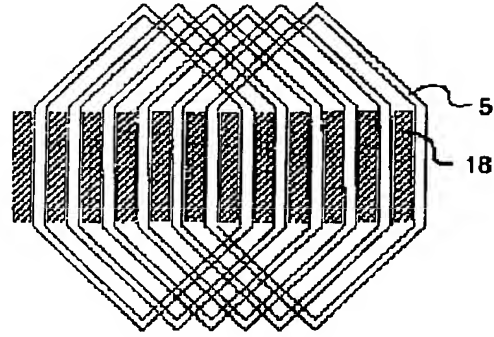
APPLICATION DATE : 22-04-97  
APPLICATION NUMBER : 09104259

APPLICANT : HITACHI LTD;

INVENTOR : ARAHORI NOBORU;

INT.CL. : H02K 29/00 B66B 11/08

TITLE : ELEVATOR DEVICE



**ABSTRACT :** **PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an elevator device which is of a type sufficiently thin to enter a hoistway and has a simple structure by using a motor of radial gap type, formed with the gap between a stator and a rotor in the radial direction, and winding all stator coils around one tooth respectively, without extending over two teeth.

**SOLUTION:** A motor (number of poles: 30 to 50) is of radial gap type formed with a gap between a stator 6 and a rotor 17 in the radial direction and is provided with all stator coils 5 wound around one tooth 18 respectively without extending over two teeth 18, that is, wound concentratedly. Winding a coil concentratedly can reduce the number of slots. In the case of concentrated winding, a combination of the number of poles and slots used most commonly has a ratio of the number M of the teeth to the number P of poles,  $P:M=2:3$  or  $4:3$ , if the teeth 18 and magnets are arranged at equal intervals. It is thus possible to reduce the number of slots to  $4/3$  at the most for a motor with multiple poles.

**COPYRIGHT:** (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-304641

(43) 公開日 平成10年(1998)11月13日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 2 K 29/00

H 0 2 K 29/00

Z

B 6 6 B 11/08

B 6 6 B 11/08

A

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平9-104259

(22) 出願日 平成9年(1997)4月22日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 日野 徳昭

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 北村 正司

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 伊藤 元哉

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

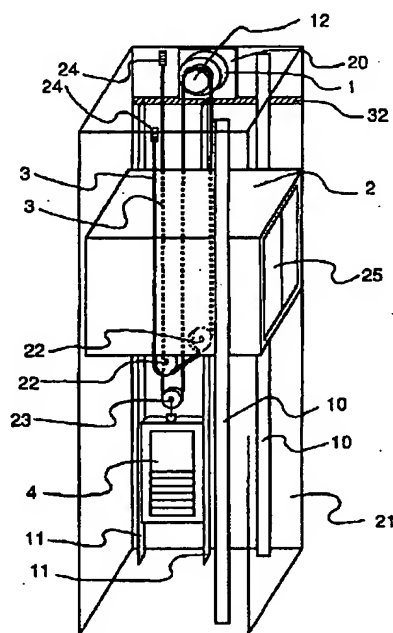
(54) 【発明の名称】 エレベータ装置

(57) 【要約】

【課題】本発明は、薄型で、かつ、構造が簡単で信頼性が高く、安価なモータを巻上機に適用したエレベータ装置を得ることにある。

【解決手段】径が幅よりも大きな薄型扁平ブラシレスDCモータ1を昇降路21内に配置するエレベータ装置において、前記モータ1は固定子6と回転子17のギャップが径方向にあるラジアルギャップ型で、すべての固定子コイル5を二つのティース18にまたがらずに一つのティース18の回りに夫々巻いたのである。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】径が幅よりも大きな薄型扁平ブラシレスDCモータを昇降路内に配置するエレベータ装置において、前記モータは固定子と回転子のギャップが径方向にあるラジアルギャップ型で、すべての固定子コイルを二つのティースにまたがらず一つのティースの回りに夫々巻いたことを特徴とするエレベータ装置。

【請求項2】前記モータは、固定子が内側、回転子が外側にある外転型のモータであることを特徴とする請求項1記載のエレベータ装置。

【請求項3】前記モータは、固定子が外側、回転子が内側にある内転型のモータであることを特徴とする請求項1記載のエレベータ装置。

【請求項4】前記モータは、その極数が30から50の間にあることを特徴とする請求項2または3記載のエレベータ装置。

【請求項5】前記固定子は、その内周の空間部で固定子巻線の渡り線を接続したことを特徴とする請求項2記載のエレベータ装置。

【請求項6】前記モータは、P個の永久磁石磁極を持つ回転子と、M個のティースを持つ固定子からなり、前記永久磁石磁極数Pとティース数Mの関係が $M < P$ であることを特徴とする請求項1記載のエレベータ装置。

【請求項7】前記モータは、等間隔に配列されたP個の永久磁石磁極を持つ回転子と、等間隔に配列されたM個のティースを持つ固定子からなり、前記モータの永久磁石磁極数Pとティース数Mの関係が

$$(2/3)M < P < (4/3)M \quad \text{但し、} M \neq P$$

であることを特徴とする請求項1記載のエレベータ装置。

【請求項8】前記モータは、等間隔に配列されたP個の永久磁石磁極を持つ回転子と、等間隔に配列されたM個のティースを持つ固定子からなり、前記モータの永久磁石磁極数Pとティース数Mの関係が

$$P : M = 4n : 3n \quad (n \geq 7 \text{ の整数})$$

であることを特徴とする請求項1記載のエレベータ装置。

【請求項9】前記モータは、等間隔に配列されたP個の永久磁石磁極を持つ回転子と、等間隔に配列されたM個のティースを持つ固定子からなり、前記モータの永久磁石磁極数Pとティース数Mの関係が

$$P : M = 2n : 3n \quad (n \geq 13 \text{ の整数})$$

であることを特徴とするエレベータ装置。

【請求項10】ブラシレスDCモータがトラクションシーブを駆動し、このトラクションシーブを介してかごとカウンタウエイトをロープでつないだエレベータ装置において、前記ブラシレスDCモータ1周あたりのコギングトルクの脈動数をN、前記かごの停止位置誤差を±S、前記トラクションシーブの周長をLとした場合、 $2S > L/N$

であることを特徴とするエレベータ装置。

【請求項11】等間隔に配列されたP個の永久磁石磁極を持つ回転子と、等間隔に連続して配列したティースの単位を複数と、前記単位間に補助ティースを持った固定子を持ち、すべての固定子コイルは二つのティースにまたがらず、一つのティースの回りに巻かれているブラシレスDCモータを備え、このモータがトラクションシーブを駆動し、このトラクションシーブを介してかごとカウンタウエイトをロープでつないだエレベータ装置において、前記ティースのピッチ角度をQ、 $2\pi/Q$ で決まる整数Mと前記永久磁石磁極数Pとの最小公倍数をN、前記かごの停止位置誤差を±S、前記トラクションシーブの周長をLとした場合、

$$2S > L/N$$

であることを特徴とするエレベータ装置。

【請求項12】前記回転子の外側がトラクションシーブを兼ねていることを特徴とする請求項2記載のエレベータ装置。

【請求項13】前記モータは、浅いカップ状の構造物の内周側に極ピッチが等間隔になるように永久磁石を配置した回転子と、この磁石に対向するギャップ面を持つリング状の固定子を持ち、板状のモータベースに前記固定子を取り付けて、これをカップ状の回転子にふたをするように構成され、前記回転子は、カップの内側に取り付けた軸を前記モータベースに通してトラクションシーブと直結され、前記回転子の軸はトラクションシーブの両側で支持されていることを特徴とする請求項2記載のエレベータ装置。

【請求項14】前記モータは、浅いカップ状の構造物の内周側に極ピッチが等間隔になるように永久磁石を配置した回転子と、この磁石に対向するギャップ面を持つリング状の固定子を持ち、板状のモータベースに前記固定子を取り付けて、これをカップ状の回転子にふたをするように構成し、前記回転子は、軸を取り付けて軸の片側をモータベースで支持し、軸の反対側はトラクションシーブを直結してからシーブの外側で支持されていることを特徴とする請求項2記載のエレベータ装置。

【請求項15】前記モータは、昇降路頂上部付近に配置され、このモータでトラクションシーブを駆動し、ロープの両端を昇降路天井付近に固定し、かごとカウンタウエイトの両方を動滑車で吊し、かごとカウンタウエイトの間のロープを前記トラクションシーブに巻き掛けたことを特徴とする請求項2または3記載のエレベータ装置。

【請求項16】前記モータとカウンタウエイトは、昇降路のかごの入り口に対して側面に配置されていることを特徴とする請求項15記載のエレベータ装置。

【請求項17】前記かごは、その下に2個の同一平面上に並んだプーリを持ち、かつ、そのプーリの軸がかごの壁面に対して斜めになっていることを特徴とする請求項

16記載のエレベータ装置。

【請求項18】前記かごは、出入り口が2カ所あることを特徴とする請求項17記載のエレベータ装置。

【請求項19】前記モータは、昇降路頂上部付近のかご入り口に対して反対側の壁面に取り付けられ、前記かごは、かご下から後ろに突き出たフォークでロープによって吊され、前記ロープは、前記モータによってダイレクトに駆動されるトラクションシーブに巻き掛けられてその他端がカウンタウエイトにつながれていることを特徴とする請求項2または3記載のエレベータ装置。

【請求項20】前記モータは、それを取り付ける壁面に対して、斜めに取り付けられていることを特徴とする請求項19記載のエレベータ装置。

【請求項21】前記モータは、昇降路最下部付近のかご入り口に対して側面に配置され、前記かごは、かご下から後ろに突き出たフォークでロープによって吊され、前記ロープは、昇降路頂上部付近の壁面に取り付けられたプーリに巻き掛けられ、前記プーリの半径は、かごの幅の $1/2$ 以上であり、また前記ロープは、下部にある前記モータによってダイレクトに駆動されるトラクションシーブに巻き掛けられた後、頂部付近の側面にあるあるもう一つのプーリに巻き掛けられると共にロープの端部はカウンタウエイトにつながれていることを特徴とする請求項2または3記載のエレベータ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はエレベータ装置に係り、特に昇降路内に配置できる薄型の永久磁石式ブラシレスDCモータを巻上機に用いたエレベータ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のエレベータ装置において、エレベータの屋上機械室をなくす構成として、例えば特開平8-40676号公報記載のように、薄型の永久磁石式ブラシレスDCモータ（以下、ブラシレスDCモータ）を昇降路内に配置し、屋上機械室を不要にしようとする提案がなされている。そして、モータを薄型化するために、固定子と回転子の間の空気ギャップをモータシャフトに対して垂直にした、いわゆる、アキシアルギャップ型にしている。

【0003】一般に、アキシアルギャップのモータは、固定子のコイルエンドが径方向に広がるため軸方向を短くできるメリットがある。この特徴を利用し、軸方向長さよりもモータ径が大きな、薄型扁平モータを得、この薄型モータをエレベータのガイドレールに取り付けることで、昇降路断面積を増やさずに、屋上機械室が不要になるといえるものである。

【0004】また、VTRや、CD-ROM用の超小型のブラシレスDCモータでは、コイルエンドを小さくするために巻線を一つのティースに集中的に巻き、二つの

ティースにまたがらないようにする方法（以下集中巻と呼ぶ）が広く一般的に利用されている方法である。これらのモータのほとんどのものは極数が8から12極程度でスロット数はその $3/2$ 倍、または $3/4$ 倍のモータである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来技術によるアキシアルギャップ型モータには次のような欠点がある。即ち、エレベータのような数kWクラスの大型モータでは、固定子鉄芯と回転子の永久磁石とのギャップ間に数トンもの強い吸引力が働くため、アキシアルギャップ型では、軸方向のスラスト力を抑える強固な支持構造が必要になる。しかし、回転子と固定子の間は可動部であり、ベアリング等で結合されているため、支持構造も複雑で、強固にすることは難しい。支持構造が十分強固でなければ、モータのギャップがギャップ面によって異なったり、最悪の場合、固定子と回転子が接触してしまい、磁石がはがれるなどの心配もある。このため、アキシアルギャップ型のモータは製作、補修、点検に手間や時間がかかり、エレベータのように特に安全性が要求され、かつ、頻繁に保守点検が必要な装置に適応するのは難しく、実現できてもコストが高い欠点があった。

【0006】また、VTR等に使用されている超小型のブラシレスDCモータのような集中巻の構造をしたものは、従来のエレベータ用モータには全くなかった。この理由として、巻線を一つのティースに集中的に巻く集中巻は、ブラシレスDCモータに固有の巻線方法であり、従来のエレベータモータに使用されている誘導機では現実的に集中巻ができなかったこと、また、大容量のブラシレスDCモータには最大磁気エネルギー積の大きな、非常に高価な磁石が必要であり、VTR用のモータをそのまま大きくすると、磁石の量が多く、コストが極端に上がってしまうためである。

【0007】本発明の目的は、昇降路に入るような薄型で、かつ、構造が簡単で信頼性が高く、安価なエレベータモータを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の問題を解決するために、径が幅よりも大きな薄型扁平ブラシレスDCモータを昇降路内に配置するエレベータ装置において、前記モータは固定子と回転子のギャップが径方向にあるラジアルギャップ型で、すべての固定子コイルを二つのティースにまたがらず一つのティースの回りに夫々巻いた所謂集中巻にしたのである。

【0009】上記ラジアルギャップ型とすることにより、固定子と回転子との間に働く電磁力は径方向に分散して固定子と回転子構造物の内力となるので、可動部に強固な支持構造が不要になり、構造が簡単になる。しかし、このままではコイルエンドが軸方向に伸びるのでモータの薄型化を阻害する。そこで固定子に巻くコイルを

集中巻きとすることで、コイルエンドの張出しを小さくして薄型にしたのである。

【0010】

【発明の実施の形態】図に従って、本発明の実施例を示す。図1には本発明によるエレベータ装置の全体図を示す。昇降路21内を、かご2とカウンタウエイト4がそれぞれ、かごガイドレール10とカウンタウエイトガイドレール11に沿って上下に昇降する。昇降路21の上部には従来のエレベータのように屋上機械室はない。制御室は例えば、階段下等のスペースに余裕のある場所に取り付けられ、建物の高さが高くなることはない。モータ1はかご2の入り口に対して昇降路内の側面の頂上部に配置し、ビーム32に取り付けたモータベース20に固定する。モータ1は径が大きく軸方向が短い扁平モータで、これを設置する昇降路壁に軸が直交、またはそれに近い角度にするように配置する。モータ1にはギアを介さずトラクションシーブ12を直結、つまり、トラクションシーブ12はダイレクトドライブになる。ロープ3はその一端を昇降路21内の、モータ側の天井付近にロープ止め19で取り付け、他方ではウエイトプーリ23、つまり動滑車でカウンタウエイト4を吊す。ロープ3はさらにトラクションシーブ12に巻き掛け、かご2の下を通してモータと反対側面の天井付近にロープ止め19で固定する。かご下には、かご下プーリ22を二つ、かごの左右に取り付け、ロープ3を通す。

【0011】この構造では、かご2とカウンタウエイト4がどちらも動滑車で取り付けられており、トラクションシーブの周速度に対してかごとカウンタウエイトの速度が半分になる。これは2:1ローピングと呼ばれる方式である。1:1ローピング、つまりトラクションシーブの周速度とかごの速度が同じ場合に比べて、トルクは1/2、モータ回転数が2倍になるため、トータルとしてはモータの出力は同じだが、モータサイズは出力ではなくトルクで決まるので、2:1ローピングではモータを小さくできるメリットがある。

【0012】図2に図1の昇降路を上から見た図を示す。モータ1が薄ければ薄いほど昇降路断面積を狭く、あるいはかごの面積を広くすることができ、エレベータとしてメリットがあることが分かる。モータはカウンタウエイトの上に来るため、カウンタウエイトガイドレール11をまたぐことになる。また、図2から明らかなようにかご下プーリ22はかごに対して斜めになるように設置した方が、かごの重心とのバランスがとれる。さらにこのような昇降路内の配置にすれば、ドアの反対側にカウンタウエイトがないので、かごの両側、図面では上下両方向にドアを取り付けて通り抜けできるようなエレベータ、あるいは、ドアと反対側の壁をガラス張りなどにして、展望台用のエレベータとしても利用できるメリットがある。

【0013】図3にこのモータの内部構造を示す。モータ

は固定子6と回転子17のギャップが径方向に開いている、いわゆるラジアルギャップ型とよばれるタイプで、内側に固定子、外側に回転子がある外転型のモータである。

【0014】回転子17はリング状の回転子鉄心33とディスク状の回転子支持部34と永久磁石7から構成される。回転子鉄心33は磁束が外に漏れて鉄粉等の付着がないように、磁性材で構成する。回転子鉄心33は、通常のモータのように渦電流損を抑制するため積層鋼板で構成しても良い。回転子鉄心33の内周には永久磁石7を接着剤、ボルト等で固定する。この実施例では外転型モータなので、磁石は遠心力により回転子に押し付けられる、内転型より磁石がはがれにくいメリットもある。磁石を接着剤やボルトなどで固定する方法は、コストがかからないメリットがあるが、さらに信頼性の高い固定方法として回転子鉄心33のギャップ面付近に軸方向に沿って穴を開け、その中に磁石を埋め込む方法もある。この場合、磁石間の鉄が補助磁極になり、リラクタンストルクが使えるため、磁石量を少なくでき、コストを削減できるメリットもある。永久磁石7は46極で構成し、それぞれ径方向に着磁し、隣り合う磁石の極はN、Sが逆向きになるようにする。磁石を軸方向に分割すれば、磁石に誘導される渦電流を少なくできるので温度上昇と損失を抑えることができる。回転子支持部34は磁束が漏れないように磁性材で構成し、軸8と連結する。

【0015】固定子6は等間隔に並んだ42個のティース18とコアバック35とコイル5から構成される。コイル5は図3に示したように、それぞれのティース一つずつに巻く。固定子6が大きい場合は、円弧をいくつか分割してユニット毎に製作し、後から一体に組み合わせれば製作性がよい。コイル5は固定子の内周側、つまりスロット底部からティースに巻き始め、巻き終わりもスロットの底部になるようにする。このコイル5は、渡り線31を介してそれぞれ配線板30に接続し、ここでU、V、Wの三相に配線をする。このように、渡り線31を固定子の側面で接続することを避け、モータが軸方向に長くならないようにする。

【0016】軸8にはトラクションシーブ12を取り付けるが、回転子17から回転力を直接伝達するために、図3のように回転子支持部34に直結しても良い。軸8はベアリング14を介して固定体13とモータベース20に固定する。固定子6は固定体13に取り付ける。

【0017】固定子6のコイルに三相交流電流を流すことにより回転磁界をつくり、それに同期して回転子17が回転し、トラクションシーブ12を駆動する。

【0018】上に示したモータは、特開平8-40676号公報のアキシアルギャップ型のモータのように、回転子の永久磁石と固定子の間の吸引力がスラスト力として働くことはなく、吸引力は径方向に分散され、回転子、固定

子それぞれに働く内力となるため、可動部に強固な支持構造が不要になり、モータの信頼性も向上し、メンテナンス、製作も容易である。

【0019】上記実施例の特徴は46という多極であることが挙げられる。エレベータの巻上機に使われる一般の数kWクラスの誘導機の極数は4〜10程度である。これに対して、本発明のエレベータモータは40極程度と非常に多い。これはモータに使う永久磁石が非常に高価なので、磁石の使用量を減らすための工夫である。磁石量は、永久磁石の減磁対策のため、モータの極数を多くすればするほど少なくて済む。図4に15kWのエレベータ用モータを本発明によるブラシレスDCモータにした場合のモータ効率と磁石の必要な厚さが極数に依存しているグラフを示す。磁石の厚さは図4の値よりも厚くてもよいが、薄くすると減磁の心配がある。モータ効率は銅損と鉄損の兼ね合いで20〜40極の間になだらかなピークを持ち、磁石厚さは極数にほぼ反比例する。モータのコストは材料の高価な磁石の値段で決まるので、従って磁石厚さが少なくて済む30から50極程度が妥当といえる。また、永久磁石がNd系のようにもろい材質だと厚さを極端に薄くしても製作が難しく、この面からも磁石厚さが3mm程度になる40極前後が妥当といえる。

【0020】図5は本発明の特徴である固定子巻線の様子を表したもので、ティースを径方向上の視線から見た図である。(a)は従来のエレベータ用モータに利用されている分布巻、(b)、(c)は本発明による集中巻、つまり、コイルを一つのティースに集中的に巻く方法、の巻線例である。分布巻は複数のティースにまたがってコイルを配置するため、どうしてもコイルエンドが長くなる。しかし、図5(b)のような集中巻モータは一つのティースにコイルを巻くために、コイルエンドを小さくできる。図5(c)では、スロットの半分ずつコイルを巻く例である。コイルの太さが半分になるのでコイルエンドをさらに小さくできる。分布巻は誘導機にもブラシレスDCモータにも適応できるが、集中巻はブラシレスDCモータに特有の巻線方法で、誘導機に対しては現実的には使えない。このようにブラシレスDCモータの特徴を最大限に生かし、図5(b)に示したように集中巻にして、コイルエンドを小さくし、ラジアルギャップ型でもモータを薄くできるようにした。集中巻は、VTRや、CD-ROM用の小型モータのように8から12極程度の極数が少ないモータでは一般的であるが、上記実施例のように40極以上の多極で、しかもエレベータ用モータでは例がない。このような工夫により、モータを薄型化し、エレベータの昇降路内を有効に活用できるモータを得られる。さらに、分布巻に比べ、コイルエンドが短くなることは銅損の低下につながり、モータ効率も向上するメリットもある。

【0021】また、集中巻は、このような多極モータに

対して他のメリットもある。通常の数kWクラスの誘導機の分布巻の考え方は、回転子側の1極に対するスロットを多くし、同相の巻線の誘起電圧の位相をずらして直列接続し、誘起電圧波形を正弦波に近づけようとするものである。分布巻には、トルク脈動抑制、高調波による損失の低減など様々なメリットがあるが、本発明のように40極もの三相多極モータに対して通常の分布巻の考え方では、スロット数が極めて多くなる問題がある。通常の4〜10極のモータは30〜70スロット程度であるが、40極のモータに対しては、最低3倍のティース数、さらに毎相毎極のスロット数を2、3に増やすと、6倍の240ティース、9倍の360ティースが必要になる。このようなモータは巻線の幅やモータ径が有限であることを考えると事実上不可能であり、無理につくってもコストが上がってしまう。

【0022】これに対し、本発明では巻線を集中巻にしてあるので、スロット数を大幅に少なくすることができる。集中巻の場合、もっとも一般的に用いられる極数とスロット数の組み合わせは、ティースと、磁石を等間隔に並べた場合に、ティースの数M、極数Pを以下の関係が、 $P:M=2:3$ あるいは、 $4:3$ のものである。このように、多極のモータに対してもスロット数はせいぜい $4/3$ 倍程度で済むことになる。図6には実施例として $n$ が12、 $P:M=4n:3n$ の場合のモータ構造を示す。極数48に対してスロット数も36と通常のモータと同様に無理のない設計が可能である。

【0023】さらに $M<P$ の条件を満たすものに関しては、 $P<M$ のものよりもモータの小型化が図れる。この理由を次に説明する。図7に示すように一つ一つの磁石は一樣に磁化されているとすると、ギャップの磁束密度 $B_{gap}$ は矩形状になる。図7(a)のように $M>P$ の場合、ティースピッチ $T_t$ は極ピッチ $T_p$ よりも大きいから、ティース一つに入る最大の磁束は、 $B_{gap} \times T_t$ になる。しかし、 $M<P$ の場合、 $T_p < T_t$ なので、ティース磁束が最大になる時でも、 $B_{gap} \times T_p$ よりも小さくなる。なぜなら、ティースには対抗する磁石の隣にある磁石の逆向きの磁束が入ってくるからである。このため、 $M<P$ のモータでは、ティース磁束密度を下げる効果がある。ティース幅は一般に磁束が飽和しないように選ぶから、ティース磁束密度を減らす代わりにティースを細くすることができる。従って、スロットの断面積を減らさずに固定子の径を小さくでき、モータの小型化が図れる。つまり、モータを昇降路に入れる際に、より昇降路を有効に利用することができる。

【0024】次に、乗り心地が良く、制御の容易なエレベータに適したブラシレスDCモータについて実施例を述べる。

【0025】上記の組み合わせ $P:M=2:3$ 、あるいは $4:3$ のモータは分布巻による効果は得られず、ブラシレスDCモータ特有のコギングトルクと呼ばれるトル

ク脈動が生ずる。トルク脈動はエレベータの振動を招き、乗り心地が悪くなる問題がある。このトルク脈動の低減方法として、まず、磁石、あるいはティースをスキューする方法がある。

【0026】そのほかの手段として、特開昭62-110468号公報に紹介されている方法がある。一般にコギングトルクの脈動数 $N$ は、モーター回転につき、ティース数 $M$ と永久磁石極数 $P$ との最小公倍数であることが知られている。コギングトルクによるトルク脈動の振幅は、この最小公倍数が大きければ多いほど小さくなる。したがって、この最小公倍数 $N$ を大きくすることが乗り心地の改善につながる。この $N$ を大きくするために、具体的には、ティースと、磁石を等間隔に並べた場合に、ティースの数 $M$ 、極数 $P$ を以下の関係にする。

【0027】 $(2/3)P < M < P(4/3)$

ただし、 $P=M$ の場合は巻線が成立しないので除いてある。図3の実施例はこの方法でトルク脈動低減を図っており、乗り心地の良いエレベータ装置を得ることができる。

【0028】さらに、エレベータにブラシレスDCモータを利用する場合、コギングトルクはかごの停止制御にも悪影響を与える。コギングトルクは永久磁石と磁性材であるティースとの吸引力に起因する力なので、コイルに通電していない場合にも特定の角度で停止しやすい傾向がある。また、ダイレクトにトラクションシーブを駆動した場合、モータ回転速度はシーブの回転速度と同じになる。従ってモータのコギングトルクの脈動数を $N$ とすると、トラクションシーブは $1/N$ 回転する毎に停止しやすい角度になる。トラクションシーブ $1/N$ 回転に対応するエレベータの移動距離が大きいと、トラクションシーブが停止しやすい角度とかごの停止位置が一致しないことも多い。その結果、モータはかごの停止位置でもトルクを受け、エレベータの停止位置制御が難しくなる。従来のエレベータ装置の場合は、モータとトラクションシーブの間に減速比の大きなギアを使っていたため、モータの回転角度に対してエレベータの移動距離は小さい。従ってブラシレスDCモータを使って、ダイレクトドライブや、減速比が小さなギアでシーブを駆動す

る場合に上に述べたような新たな問題が生じる。

【0029】この問題は、極数 $P$ とティース数 $M$ の最小公倍数 $N$ を大きくすることで解決できる。以下、図3を例に説明する。図3のモータのコギングトルクの脈動数は $P=42$ と $M=46$ の最小公倍数 $N$ の966になる。建築基準法に、トラクションシーブ径はロープ径の40倍以上、トラクションシーブ径は12mm以上という基準があり、これに基づけばトラクションシーブ径は480mm以上となる。トラクションシーブ径を480mmとすれば周長は1508mm以上となる。モータのコギングトルクはモータ回転につき $N$ になるから、モータが $1/N$ 回転すれば、トラクションシーブも $1/N$ 回転し、コギングトルク1周期によってロープの移動距離は $1508/966$ は1.6mmになる。この結果、かご2は1.6mm毎に停止しやすい傾向になる。図8に示すようにエレベータの停止位置誤差15は階床16に対して±標準的には10mmだから、誤差範囲20mmの間には、このモータが停止しやすい位置が $20/1.6=12$ 個あることになり、このモータを使うと停止制御の際、モータが停止しやすい位置で停止させてもエレベータの停止誤差が問題になることがなくなる。また、モータが停止しやすい位置に止まっていれば、人の乗降の際に荷重が変わってもモータが回転しにくいメリットもある。逆に停止誤差を±10mm以内にするためには、トラクションシーブが $1/N$ だけ回転した場合のエレベータの移動距離が20mm以内であればよいから、 $1508/20$ で $N$ は76以上でなければならない。トラクションシーブ径を増やすと $1/N$ 回転のエレベータ移動距離が増えるから一定の停止誤差を保つためには $N$ をトラクションシーブ径に比例して増やすように $M$ と $P$ を選べばよい。

【0030】以上の例を一般化すれば、トラクションシーブの周長を $L$ 、かごの停止誤差を± $S$ とし、 $2S > L/N$ になる $N$ を満たす $P$ と $M$ を選ぶことによって、かごの停止誤差範囲± $S$ に、モータが停止しやすい位置が少なくとも一つ以上あることになる。これにより停止制御のしやすいエレベータ装置を得ることができる。

【0031】

【表1】



表 1

極数	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72
2	6																							
4	12	12																						
6		18																						
8		24	24																					
10			30	30																				
12			36	36	36																			
14				42	42																			
16				48	48	48																		
18					54	54	54																	
20						60	60	60																
22							66	66	66															
24								72	72	72														
26									78	78	78													
28										84	84	84	84											
30											90	90	90	90										
32												96	96	96	96									
34													102	102	102	102								
36														108	108	108	108							
38															114	114	114	114						
40																120	120	120	120					
42																	126	126	126	126				
44																		132	132	132	132			
46																			138	138	138	138		
48																				144	144	144	144	
50																					150	150	150	150
52																						156	156	156
54																							162	162
56																								168
58																								
60																								
62																								
64																								
66																								
68																								
70																								
72																								
74																								
76																								
78																								
80																								
82																								
84																								
86																								
88																								
90																								
92																								
94																								
96																								

【0032】表1に巻線が集中巻の場合の極数とティース数の組み合わせによる最小公倍数を示す。表に示したのは、 $(2/3)M \leq P \leq (4/3)M$  の場合である。この表から分かるように、 $4n:3n$  の場合は  $n$  が7以上の組み合わせで最小公倍数  $N$  が84以上となり76より大きくなること分かる。この場合、最小公倍数は168である。最小公倍数  $N$  は76より大きいので、トラクションシーブ1/N回転によるかごの移動距離は20mm未満になり、かごの停止位置誤差を±10mm未満に抑えることが容易になる。

【0033】また、 $P:M$  が  $2n:3n$  の場合は  $n$  が13以上の場合に  $N$  が78以上となり76よりも大きくなり、 $n$  が13以上のモータがエレベータに適しているといえる。

【0034】また、表1から分かるように式1の関係を満たせば、 $P:M$  が  $2n:3n$  あるいは  $4n:3n$  の場合よりも最小公倍数がはるかに大きくなる。例えば、ティース数が少ない14極12ティースの場合でも最小公倍数は84になる。

【0035】以上のような点から集中巻モータに関して表1を検討すれば、

$(2/3)M < P < (4/3)M$  但し  $P \geq 20$  の場合に最小公倍数はすべて76以上と十分大きくなり、停止位置誤差が±10mm以下の停止精度の良いエレベータを得ることができる。

【0036】また、 $M < P < (4/3)M$  但し、 $10 \leq P$  の場合も同じく停止位置精度のよいエレベータを得ることができる。

【0037】以上のコギングトルクに関する説明は、モータの極数とティース数によってのみ決まるため、アキシアルギャップ型のモータでも全く同じように適応できる。さらに、図9に示したようなアウトター回転子とトラクションシーブを兼ねるようなモータに関しては、トラクションシーブ内にモータを組み込むため、トラクションシーブ径が大きくなりやすいので、 $M$  と  $P$  の最小公倍数  $N$  が大きなモータを使うことは特に有効である。

【0038】図10に本発明の応用例を示す。このモータ



タは補助ティース19を三つ持ち、ティース18は18個、永久磁石7は22極ある。ティースにはコイルが集中巻され、各ティースの位相は永久磁石7の電気角120度毎になるように三相に分配されている。一方、補助ティース19はそれぞれ永久磁石の電気角が60度毎になるように配置されるが、巻線は巻かれていない。このモータのコギングトルクは以下に示すように2種類ある。一つは補助ティースの数×極数で、図10の場合は $3 \times 22 = 66$ である。他方、等間隔に並ぶティースのピッチ角度をQとすれば、図10においてこのピッチ角度Qは、1周あたりティースが19個等間隔に並んだモータと同じになる。19と22極の最小公倍数418が第2のコギングトルクの脈動数である。これら二つコギングトルクの成分のうち大きい方をNとし、Nが大きくなるようなMとPと補助ティースの組み合わせにより上述と同じ効果を得ることができる。このように本発明は固定子に補助ティースがある場合にも適応できる。また、補助ティースには巻線が巻かれていないが、すべての巻線はティース一つに集中的に巻かれており、コイルエンドが大きくなることはない。

【0039】また、以上の説明はローピングが1:1の場合だが、ローピングを2:1にすると、トラクションシーブ1/N回転に対してエレベータの移動距離は半分になる。このため、最小公倍数Nを決める際、ローピング1:1の場合のNの半分に選べば、コギングトルクに関して上述の説明と全く同じ効果を得られる。

【0040】また、ダイレクトドライブ方式ではなくても、ギア比が小さく、モータの1/N回転によるエレベータの移動距離が停止誤差Dと同じ程度になる場合、最小公倍数NをN/Dに設定すれば、コギングトルクに関して上述の説明と全く同じ効果を得られる。

【0041】また、エレベータの停止位置精度がさらに要求される場合、その誤差範囲に反比例してNが大きくなるように上記方法と同様に適当なMとPの組み合わせを選べば停止制御しやすく、乗り心地の良いエレベータ装置を得ることができる。

【0042】また、回転子の永久磁石が必ずしも等間隔に並んでいなくても、コギングトルクが発生するブラシレスDCモータをエレベータに利用する場合には、上記と同様の考え方によりその脈動数Nを大きくすれば、停止制御しやすく、乗り心地の良いエレベータ装置を得ることができる。

【0043】以上の説明は集中巻モータに関するものだが、コギングトルクは巻線方法とは無関係なので、分布巻のモータについても全く同様に、PとMの組み合わせにより適当なNを選ぶようにすれば同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0044】図11は本発明のモータの配置に関する実施例で、モータ構造は上述と同じだが、トラクションシーブとモータの取り付け関係が図3とは異なる。通常、

トラクションシーブ12は2トン程度のエレベータの荷重を受け持つため、軸受けを強固にする必要がある。しかし、トラクションシーブの軸受けをモータのそれと共用すると、トラクションシーブにかかる静的な荷重のためモータが偏芯し、ギャップが上下で異なってしまう等の問題が生ずる恐れもある。そこで、トラクションシーブ12はモータベース20で支え、モータは固定体13の方で支えることにしてモータには直接荷重がかからないようにする。これにより、モータとしての信頼性を向上させることができる。また、図11に示すようにトラクションシーブ側にはドラムブレーキ、またはディスクブレーキ等を設置することも容易である。

【0045】図3と図11はモータが外転型の例であるが、図12には内転型のモータの例を示す。極数は38、ティース数は36である。モータを内転型にしても、集中巻のモータで薄くなるメリットは全く同様である。この組み合わせで外転型モータを構成できることは言うまでもない。

【0046】また、図13にローピングを1:1にした場合のレイアウトを示す。昇降路21内のかごのドアと反対側にモータをトラクションシーブを設置する。かご2はフォーク26で下から支える構造にする。フォーク26はかご背面でロープ3につなぐられ、それをトラクションシーブ12に巻き掛け、カウンタウエイト4と結ぶ。この場合、プーリが不要になるメリットがある。また、側面部の昇降路幅を小さくできる。モータ1はトラクションシーブ12に直結され、カウンタウエイト4の厚さ方向の幅を稼ぐために昇降路壁に対して斜めに取り付ける。図13から明らかなように、モータとかごの上下方向の位置が重なる場合に特にモータの薄型化が必要であり、巻線を集中巻にすることが有効な方法であることが分かる。

【0047】図14にはモータを昇降路下に配置した場合を示す。かごをフォーク26で吊す方法は図13と同じにし、ロープ3をプーリ9に巻き掛け昇降路下に設置したモータに直結したトラクションシーブ12に巻き掛ける。そのロープはさらに上に持ち上げられ、トラクションシーブ9に巻き掛けられ、カウンタウエイト4とつながれる。この実施例は、モータを昇降路下に置くことで、保守人が転落の心配なく、安心して作業できるメリットがある。図14から分かるように、プーリ9にはある程度の大きさが必要なので、モータを昇降路の後ろ側に置くのは難しい。そこで、プーリ9の半径をかごの幅の1/2以上にし、側面にあるモータ1に垂直にロープを下ろすようにする。

【0048】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、モータの固定子と回転子の間のギャップを径方向とし、固定子側の巻線を一つのティースに集中的に巻くので、従来の分布巻のモータに比べて厚さが薄くなり、モータを昇降路

内に置く場合、特にモータとかごが上下方向に重なるような位置に配置する場合に、昇降路内の上方向から見た断面積を小さくすることができる。さらに、固定子と回転子の間に働く吸引力は回転子の内力となり、従来のアキシャルギャップ型のモータのように固定子と回転子の間に働く吸引力を支える強固な支持構造が不要になり、モータのコスト低減が可能で、かつ、信頼性を向上させることができる。

【0049】また、極数を30から50極にすることで高価な磁石材料を減らすことができ、モータが安価になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるエレベータ用モータを利用したエレベータ装置。

【図2】図1を上から見た断面図。

【図3】本発明によるエレベータ用モータの構成。

【図4】本発明によるモータの極数に対する特性の依存性を示すグラフ。

【図5】本発明による巻線方法によるモータ薄型化の原理。

【図6】本発明によるモータ構造の1実施例。

【図7】本発明のモータが小型になる理由。

【図8】停止誤差の説明図。

【図9】本発明の実施例で外転型モータ。

【図10】本発明によるモータ構造の1実施例。

【図11】本発明によるエレベータ用モータの構成。

【図12】本発明によるエレベータ用モータ内部の構成。

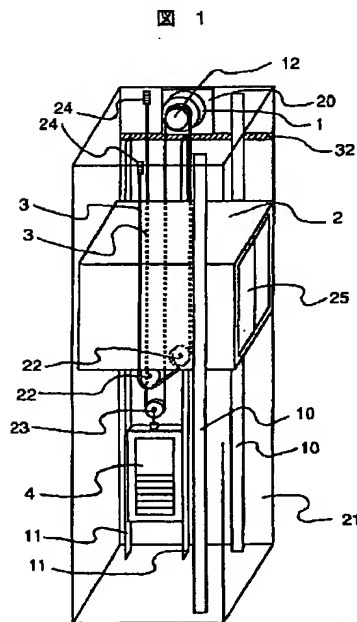
【図13】本発明によるエレベータ用モータの設置例。

【図14】本発明によるエレベータ用モータの設置例。

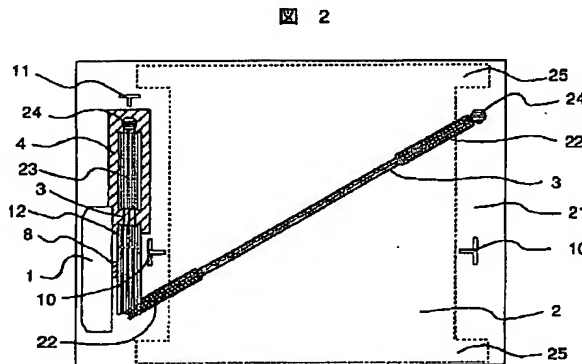
【符号の説明】

1…モータ、2…かご、3…ロープ、4…カウンタウエイト、5…コイル、6…固定子、7…永久磁石、8…軸、12…トラクションシーブ、13…固定体、17…回転子、18…ティース、21…昇降路。

【図1】

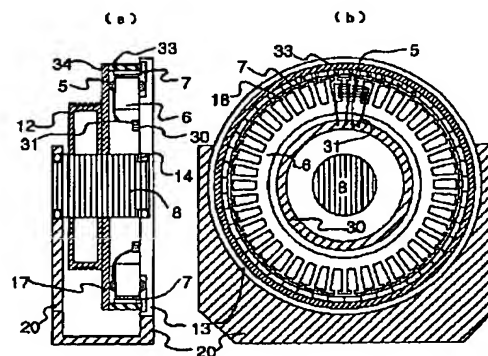


【図2】



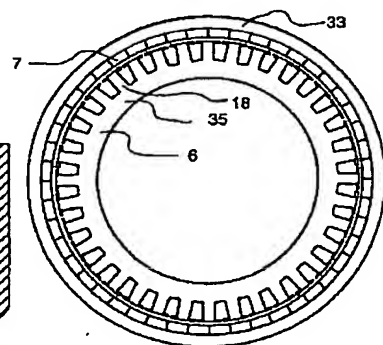
【図3】

図 3

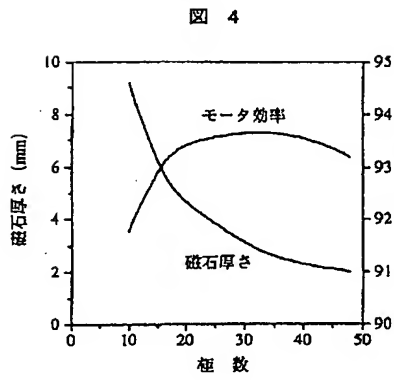


【図6】

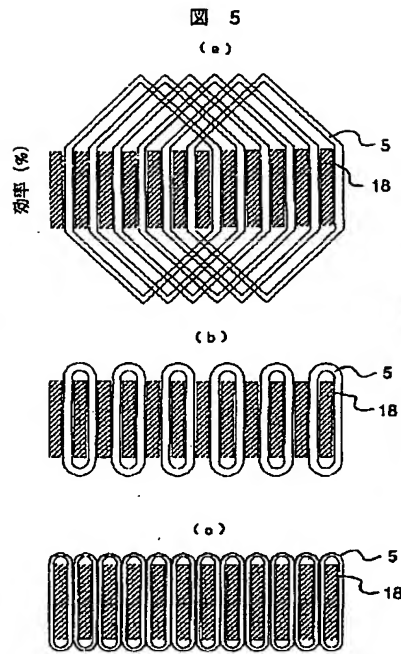
図 6



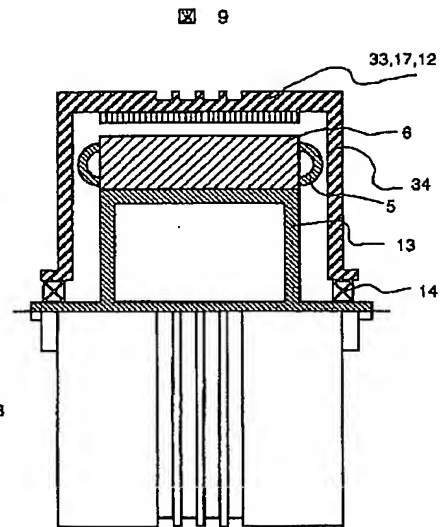
【図4】



【図5】

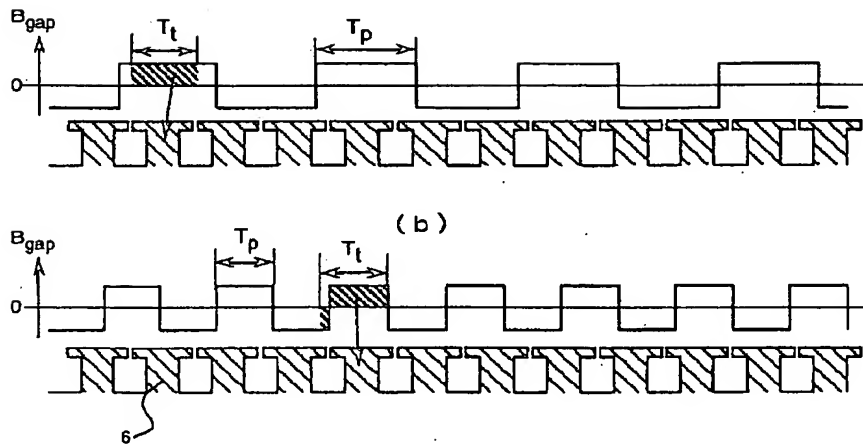


【図9】



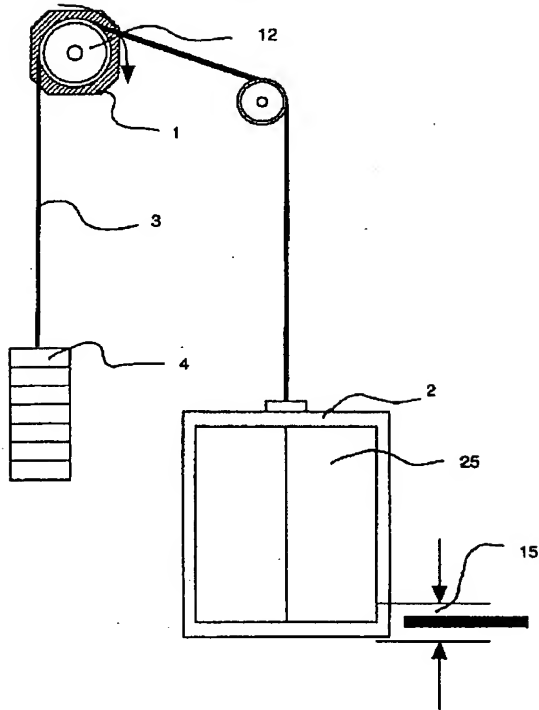
【図7】

図 7



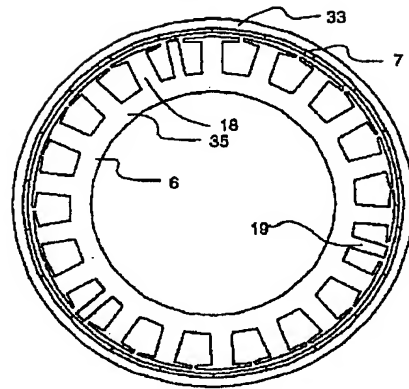
【図8】

図 8



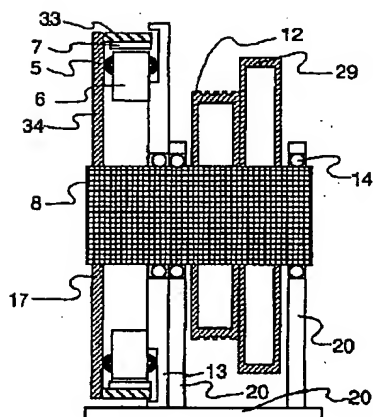
【図10】

図 10



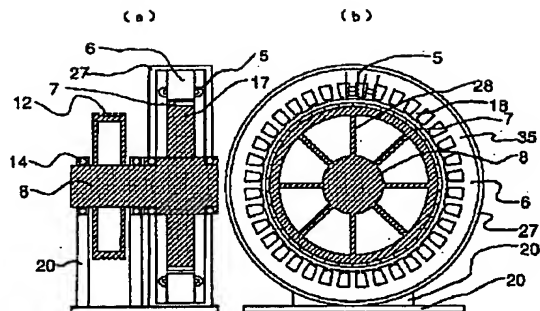
【図11】

図 11

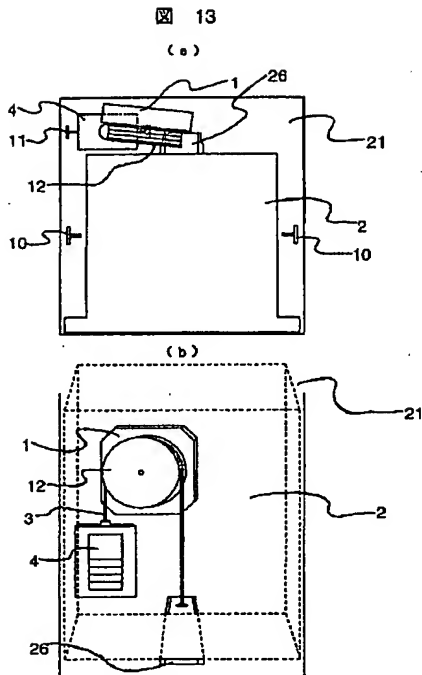


【図12】

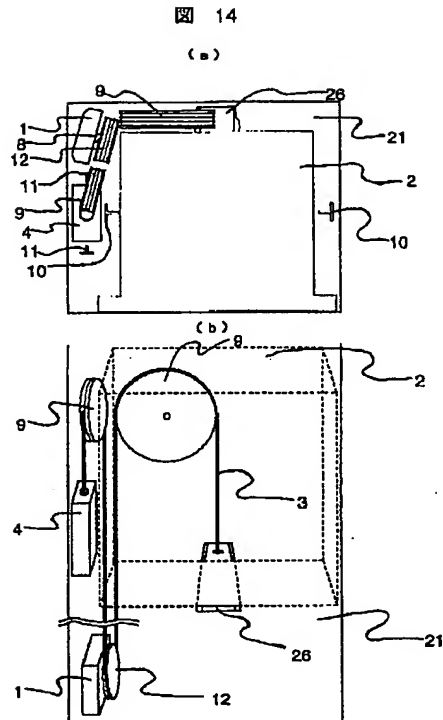
図 12



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 田島 文男  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 二瓶 秀樹  
茨城県ひたちなか市市毛1070番地 株式会  
社日立製作所水戸工場内

(72)発明者 長瀬 博  
茨城県ひたちなか市市毛1070番地 株式会  
社日立製作所水戸工場内

(72)発明者 荒堀 昇  
茨城県ひたちなか市市毛1070番地 株式会  
社日立製作所水戸工場内